



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 62 854 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 16 H 63/30**  
B 60 K 6/02  
B 60 K 41/28  
B 60 K 20/00

②① Aktenzeichen: 199 62 854.8  
②② Anmeldetag: 25. 12. 1999  
④③ Offenlegungstag: 5. 7. 2001

**DE 199 62 854 A 1**

⑦① Anmelder:  
Boisch, Richard, Prof. Dr., 26723 Emden, DE

⑥① Zusatz zu: 199 01 414.0

⑥① Zusatz in: 100 01 602.2

⑦② Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Automatisiertes Lastschaltgetriebe für Kraftfahrzeuge mit Synchronisationseinrichtung

**DE 199 62 854 A 1**

## Beschreibung

Zusatz zur Patentanmeldung 199 01 414.0-14 und den  
Zusatzanmeldungen 199 21 064.0-14 und 199 33 373.4-14.

## Stand der Technik

In dem Buch

Alfred Krappel und 26 Mitautoren  
Kurbelwellenstartgenerator (KSG)  
Basis für zukünftige Fahrzeugkonzepte  
expert-verlag Renningen  
ISBN 3-8169-1808-5

werden verschiedene Möglichkeiten und Anwendungen von Kurbelwellenstartgeneratoren (KSG) beschrieben. Dies sind Elektromaschinen, die direkt mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeuges verbunden sind. Sie können sowohl als Starter mit großem Drehmoment (bei niedrigen Drehzahlen) als auch als Generator mit hoher Leistung (bei höheren Drehzahlen) benutzt werden. (In dieser Anmeldung kommen die Betriebspunkte Generatorbetrieb bei niedrigen Drehzahlen mit hohem Drehmoment und Motorbetrieb bei hohen Drehzahlen mit niedrigem Drehmoment hinzu.)

Das Patent US 5603242 beschreibt eine Getriebeanordnung, bei der eine oder zwei elektrische oder hydraulische Drehmaschinen eine Synchronisation und Lastschaltung von Getrieben mit zwei Wellen ermöglichen. Hier sind mindestens zwei Reibkupplungen erforderlich.

Die dieser Zusatzanmeldung vorausgegangenen Anmeldungen beschreiben Getriebe, bei denen die Synchronisationsvorgänge mit Hilfe einer Drehmaschine (bevorzugt Elektromaschine) über mindestens einen Planetensatz erfolgen.

## Vorteile der Erfindung

In der vorliegenden Erfindung werden Getriebeanordnungen beschrieben, bei denen eine Synchronisation der Gänge vorzugsweise über Elektromaschinen erfolgt, die im Prinzip keine Planetengetriebe benötigen und bei denen in der Regel Klauenkupplungen ausreichend sind. Allenfalls eine Reibkupplung kann zur Erhöhung des Anfahrtdrehmomentes bzw. zur Erhöhung des Drehmomentes bei den Lastschaltvorgängen eingesetzt werden. Da die doppelte Reibkupplung und die Planetensätze entfallen können, ergeben sich gegenüber den zitierten Anmeldungen Kostenvorteile, ohne daß die Funktionalität eingeschränkt wird.

## Beschreibung der Erfindung

Bei den nachfolgend beschriebenen Varianten werden Kurbelwellenstartgeneratoren (KSG) oder vergleichbar konzipierte Bauteile in das Getriebe integriert, die die Funktionen

- Starten der Brennkraftmaschine
- Generator zum Laden der Bordnetzbatte
- Synchronisation des Getriebes
- Ersatz der Anfahrkupplung
- Drehmomentübertragung während der Lastschaltvorgänge

übernehmen können. Sie werden deshalb hier Getriebesynchronisationsstartgeneratoren (GSSG) genannt. Außerdem ist mindestens ein Vorgelegegetriebe vorhanden (hier können auch andere Getriebebauarten eingesetzt werden), das mit Planetensätzen kombiniert werden kann. Die Beschrei-

bung erfolgt in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Prinzipzeichnungen.

Es zeigen

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung eines 16-Gang-Getriebes in einer Variante 1,

Fig. 2 eine Prinzipdarstellung eines 8-Gang-Getriebes in einer Variante 2,

Fig. 3 eine Prinzipdarstellung eines 8-Gang-Getriebes in einer Variante 3,

Fig. 4 eine Prinzipdarstellung eines 16-Gang-Getriebes in einer Variante 4,

Fig. 5 eine Prinzipdarstellung eines 17-Gang-Getriebes in einer Variante 5,

Fig. 6 eine Prinzipdarstellung eines 6-Gang-Getriebes in einer Variante 6,

Fig. 7 eine Detail-Prinzipdarstellung eines geänderten Planetensatzes, Variante 7,

Fig. 8 eine Detail-Prinzipdarstellung eines zweigeteilten GSSG mit feststehenden Innenteilen, Variante 8,

Fig. 9 eine Detail-Prinzipdarstellung der Integration eines GSSG mit zusätzlicher Welle, Variante 9.

Die gezeigten Varianten haben alle verhältnismäßig viele Gänge. Damit soll gezeigt werden, daß eine Vielzahl von Gängen und Abstufungen möglich ist. Selbstverständlich sind in den gezeigten Ausführungsbeispielen weniger Gänge möglich.

## Variante 1

Das Getriebe besitzt eine Eingangswelle 1, die direkt mit der Kurbelwelle der (nicht gezeichneten) Brennkraftmaschine verbunden sein kann, und eine Ausgangswelle 3, die direkt mit dem Differentialgetriebe der (nicht gezeichneten) Antriebsräder verbunden sein kann. (Hier ist noch ein Planetensatz 11, 12, 13 zur Verdopplung der Zahl der Gänge zwischengeschaltet. Ohne diesen Planetensatz würde die Welle 14 zu den Antriebsrädern führen.)

Weiterhin enthalten sind die Zwischenwellen 2a und 2b, die über die Klauenkupplungen 8a und 8b entweder beide mit der Welle 1 gekoppelt sein können oder jeweils nur eine. Bei dieser Variante sind die Wellen 2a und 2b mit einem GSSG 9 und (optional) einer Reibkupplung 10 gekoppelt. Auf der Welle 2a sind die Zahnräder des Zahnradsatzes 5a drehbar gelagert und können einzeln jeweils wahlweise mit den Schalmuffen 7a drehfest mit der Welle 2a gekoppelt werden. Auf der Welle 2b sind die Zahnräder des Zahnradsatzes 5b drehbar gelagert und können analog über die Schalmuffen 7b mit der Welle 2b drehfest gekoppelt werden. Die Zahnradsätze 5a und 5b kämmen mit den Zahnkränzen des Zahnradsatzes 4, dieser ist auf der Welle 14 gelagert.

Zunächst sind die Kupplungen 8b und 15 geschlossen und alle Schalmuffen 7a und 7b geöffnet. Soll der 1. Gang eingelegt werden, so wird (elektrisch) der GSSG 9 so gedreht, daß die linke Schalmuffe 7a sich synchron mit dem linken Zahnrad des Zahnradsatzes 5a dreht. (Bei stehendem Fahrzeug muß die Schalmuffe 7a bzw. die Welle 2a stehen.) Nun kann die linke Schalmuffe 7a nach links gekoppelt werden und der 1. Gang ist eingelegt. Der 1. Gang wird aktiviert (der Anfahrvorgang wird ausgeführt), indem der GSSG 9 in einen Generatorbetrieb mit dem gewünschten Anfahrtdrehmoment geschaltet wird. Je nach Drehmoment des GSSG 9 wird die Welle 2a mehr oder weniger schnell auf die Drehzahl von Welle 1 beschleunigt, damit wird über das linke Zahnrad des Zahnradsatzes 5a der Zahnradsatz 4 angetrieben und über die geschlossene Kupplung 15 werden die Antriebsräder entsprechend beschleunigt. Wenn ein hohes Anfahrtdrehmoment gefordert ist, kann die Reibkupplung 10

diesen Vorgang unterstützen. (Da die modernen KSG (GSSG) hohe Drehmomente erzeugen können, kann die Reibkupplung 10 gegebenenfalls entfallen.) Bei synchron drehenden Wellen 1 und 2a kann die Klauenkupplung 8a geschlossen werden. Das Getriebe arbeitet dann ohne elektrische Unterstützung mit dem in diesem Gang und bei dieser Ausführung maximal möglichen Wirkungsgrad.

Der 2. Gang wird eingelegt, indem die Kupplung 8b geöffnet und die Welle 2b mit Hilfe des GSSG 9 so gedreht wird, daß die rechte Schaltmuffe 7b mit dem rechten Zahnrad des Zahnradsatzes 5b synchron dreht. Nun kann die rechte Schaltmuffe 7b nach rechts gekoppelt werden, so daß das rechte Zahnrad des Zahnradsatzes 5b mit der Welle 2b drehfest verbunden ist. Wird nun der GSSG 9 in Generatorbetrieb mit dem gewünschten Drehmoment geschaltet, wird zunächst die linke Schaltmuffe 7a entlastet und kann gelöst werden. Dann kann – ohne Drehmomentunterbrechung – die Drehzahl der Welle 2b mit dem vom GSSG 9 erzeugten Drehmoment auf die Drehzahl von Welle 1 beschleunigt werden. Mit einer kurzfristig reduzierten Leistung der Brennkraftmaschine kann dieser Vorgang – elektrisch gesteuert – völlig ruckfrei ausgeführt werden. Wenn die Wellen 1 und 2b synchron drehen, kann die Klauenkupplung 8b geschlossen werden und das Getriebe arbeitet im 2. Gang ohne elektrische Unterstützung mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad.

Die weiteren Gänge werden eingelegt, indem die jeweils für die Drehmomentübertragung nicht benutzte Kupplung 5a bzw. 8b geöffnet, das zugehörige Zahnrad des Zahnradsatzes 5a bzw. 5b mit Hilfe des GSSG 9 mit der zugehörigen Schaltmuffe 7a bzw. 7b synchronisiert und diese Schaltmuffe mit dem zugehörigen Zahnrad gekoppelt wird. Der eingelegte Gang wird aktiviert, indem der GSSG 9 in Generatorbetrieb mit dem gewünschten Drehmoment geschaltet und die zuvor tätige Schaltmuffe gelöst wird. Nach Erreichen der Synchrondrehzahl kann die zugehörige Klauenkupplung 8a bzw. 8b geschlossen werden und der neue Gang arbeitet ohne elektrische Unterstützung mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad.

Da nur die jeweiligen Differenzdrehzahlen zwischen den Wellen 2a und 2b überwunden werden müssen, arbeitet der GSSG 9 bei niedrigen Relativedrehzahlen und kann deshalb hohe Drehmomente erzeugen. Die Reibkupplung 10 kann daher in der Regel entfallen. Wie trotzdem in Ausnahmesituationen ein sehr hohes Anfahrtdrehmoment erzeugt werden kann, wird weiter unten beschrieben. Beide Seiten des GSSG 9 drehen sich. Deshalb ist eine elektrische Kontaktierung zu einer drehenden Welle notwendig. Dies ist z. B. über die Kontakte 16 zur Welle 2b hin möglich. Wenn die Kupplungen 8a und 8b elektrisch umgeschaltet werden sollen, ist die elektrische Kontaktierung über weitere Kontakte 16 zur Welle 1 hin möglich.

Auf die beschriebene Art und Weise werden die unteren 8 Gänge ohne Drehmomentunterbrechung benutzt. Die oberen 8 Gänge erhält man über den Planetensatz 11, 12, 13 als Gruppengetriebe. Bei dieser Variante wird die Stegwelle der Planetenräder 11 von der Welle 14 angetrieben. Der Planetensatz hat bei geschlossener Kupplung 15 (und dann gelöster Bremse 17) die Übersetzung 1. Die Bremse 17 kann außerhalb des Gehäuses 6 angebracht sein und wie die Trommel- oder Scheibenbremse an den Rädern eines Kraftfahrzeuges ausgeführt werden. Wird die Kupplung 15 gelöst und die Bremse 17 betätigt, erfolgt eine Übersetzung ins Schnelle. (Dies kann z. B. für LKW mit langsam laufender Brennkraftmaschine sinnvoll sein.) Auch dieser Vorgang kann ohne Drehmomentunterbrechung vonstatten gehen, wenn die Bremse 17 entsprechend leistungsfähig ausgeführt wird.

Im 8. Gang ist die Klauenkupplung 8b geschlossen. Mit Hilfe des GSSG 9 wird der 1. Gang des Vorgelegegetriebes synchronisiert eingeschaltet. Der 9. Gang wird aktiviert, indem zunächst die Bremse 17 dosiert so betätigt wird, daß die Kupplung 15 entlastet wird und gelöst werden kann. Außerdem wird die zum 8. Gang gehörige Schaltmuffe 7b gelöst. Nun werden gleichzeitig das Hohlrad 12 mit Hilfe der Bremseinrichtung 17 auf die Drehzahl 0 abgebremst und der 1. Gang mit Hilfe des GSSG 9 (und gegebenenfalls der Reibkupplung 10) aktiviert. Wenn schließlich die Kupplung 8a geschlossen und die Bremseinrichtung 17 festgesetzt ist, arbeitet der 9. Gang als 1. Gang des Vorgelegegetriebes in der oberen Gruppe ohne elektrische Unterstützung mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad. Auch dieser Vorgang erfolgt ohne Drehmomentunterbrechung, da gleichzeitig der GSSG 9 und die Bremse 17 eine Drehmomentübertragung während des Umschaltvorganges auf die zu den Antriebsrädern führende Welle 3 ermöglichen. Die weiteren Gänge 10 bis 16 werden eingeschaltet, indem die Gänge 2 bis 8 des Vorgelegegetriebes wie oben beschrieben aktiviert werden und die Bremse 17 festgesetzt bleibt.

Beim Hochschalten sind alle Gangsprünge ohne Drehmomentunterbrechung möglich. Beim Runterschalten vom 9. in den 8. Gang muß eine kurze Drehmomentunterbrechung in Kauf genommen werden, wenn die Kupplung 15 als Klauenkupplung und nicht als Reibkupplung ausgeführt wird. Es kann beliebig zwischen verschiedenen Gängen hin und her geschaltet werden, wobei allerdings eine Drehmomentunterbrechung entsteht, wenn innerhalb des Zahnradsatzes 5a bzw. 5b umgeschaltet wird. Rückwärtsgänge können realisiert werden, indem der Planetensatz 11, 12, 13 entsprechend der Variante 2 umgeschaltet wird. Das oben angesprochene hohe Anfahrtdrehmoment ohne die Reibkupplung 10 (für Ausnahmesituationen) erhält man, indem bei gelöster Bremse 17 und geöffneter Kupplung 15 zunächst der 1. Gang aktiviert wird. Das Hohlrad 12 und die zugehörige Bremsscheibe werden dabei auf eine hohe Drehzahl beschleunigt. Nun kann das Hohlrad 12 über die Bremseinrichtung 17 soweit abgebremst werden, daß die Kupplung 15 geschlossen werden kann. Jetzt arbeitet der 1. Gang endgültig und das Anfahrtdrehmoment wurde mit Hilfe der Bremseinrichtung 17 erzeugt. Dabei wird allerdings erhebliche Wärmeenergie erzeugt und dieser Vorgang sollte auf Ausnahmesituationen beschränkt bleiben.

Mit den gezeichneten Abmessungen erhält man ein sehr eng gestuftes Getriebe. Die Sprünge zwischen den Gängen haben den Faktor 1,12 und die Gesamtübersetzung ändert sich um den Faktor 5,5. Mit anderen Zahnradabmessungen sind natürlich andere Auslegungen möglich.

Der GSSG 9 arbeitet während der Umschaltvorgänge kurzfristig als Generator, hat aber immer eine Heine Relativedrehzahl und damit keinen günstigen Arbeitspunkt. Deshalb ist ein zweiter KSG 18 vorgesehen, der wie ein herkömmlicher KSG arbeitet. Dabei kann die Auslegung so erfolgen, daß der KSG 18 nur die Warmstartleistung und nicht die Kaltstartleistung erbringt. Die Kaltstartleistung kann erbracht werden, indem bei blockiertem Zahnradsatz 5b (z. B. Parksperre), geöffneter Kupplung 8b und geschlossener Kupplung 8a der GSSG 9 zusätzlich zum KSG 18 benutzt wird. Bei laufender Brennkraftmaschine kann der KSG 18 immer als Generator wirken.

#### Variante 2

Diese Variante besitzt 8 Vorwärts- und 4 Rückwärtsgänge. Um mit nur einem GSSG 9 auszukommen, ist der Schaltablauf und die Anordnung der Klauenkupplungen gegenüber der Variante 1 etwas anders gewählt. Die Welle 1

als Eingangswelle des Vorgelegegetriebes ist jetzt mit dem Hohlrad 12 eines Planetensatzes 11, 12, 13 verbunden, die Welle 26 kann direkt mit der Kurbelwelle der (nicht gezeichneten) Brennkraftmaschine verbunden sein und die Welle 3 führt weiter zu den Antriebsrädern.

Das innere rotierende Teil des GSSG 9 ist direkt mit der Welle 1 verbunden. Mit Hilfe der Klauenkupplung 19 kann die Welle 1 entweder mit der Welle 2a oder mit der Welle 2b oder mit beiden drehfest gekoppelt werden. Außerdem besteht über die Klauenkupplungen 20a und 20b die Möglichkeit, das äußere Teil des GSSG 9 mit der Welle 2a oder mit der Welle 2b zu koppeln (die Kopplung beider Wellen gleichzeitig ist nicht notwendig).

Diese gegenüber der Variante 1 aufwendigere Gestaltung der Kupplungen hat den Vorteil, daß, abgesehen von den Schaltvorgängen des Vorgelegegetriebes, das äußere Teil des GSSG 9 von den Wellen 2a und 2b gelöst und über die Bremse 21 mit dem Gehäuse 6 verbunden werden kann. In diesem Zustand steht das äußere Teil des GSSG 9 und das innere Teil rotiert mit der Drehzahl von Welle 1, der GSSG 9 kann also als Generator zum Laden der Bordnetzbatteie dienen. Außerdem kann in diesem Zustand der GSSG 9 als Starter wirken. Dazu müssen die Bremse 23 gelöst und die Klauenkupplung 22 in der linken Position sein (gezeichnete Stellung). Bei geschlossener Kupplung 24 und gelöster Bremse 17 wird die Drehung des GSSG 9 direkt auf die Welle 26 und damit auf die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine übertragen, bei gelöster Kupplung 24 und festgesetzter Bremse 17 wird die Drehung des GSSG 9 zur Kurbelwelle hin untersezt.

Das Zusammenspiel von Planetensatz und Vorgelegegetriebe ist hier so ausgelegt, daß der Planetensatz jeweils einen Gangsprung überbrückt und das Vorgelegegetriebe jeweils 2 Sprünge. Außerdem übersetzt bei dieser Anordnung der Planetensatz 11, 12, 13 bei festgesetzter Bremse 17 ins Schnelle. (Die Bremse 17 kann, wie gezeichnet außerhalb des Gehäuses 6 angebracht und leistungsfähig ausgelegt sein.) Der Anfahrvorgang im 1. Gang erfolgt so, daß bei geschlossener Kupplung 24, nach rechts gerückter Kupplung 19 und eingekuppelter Kupplung 20a das linke Zahnrad des Zahnradsatzes 5a mit der Schalmuffe 7a synchronisiert wird. Die Schalmuffe 7a wird dann nach links verschoben und der 1. Gang ist eingeschaltet. Aktiviert wird der 1. Gang, indem der GSSG 9 in einen Generatorbetrieb mit dem gewünschten Drehmoment geschaltet wird und die Welle 2a auf die Drehzahl von Welle 1 "hochzieht". Danach kann die Kupplung 19 in die linke Position gebracht werden und der 1. Gang arbeitet ohne elektrische Unterstützung mit dem maximal möglichen Wirkungsgrad. Jetzt kann der GSSG 9 von der Welle 2a gelöst und die Bremseinrichtung 21 betätigt werden. Danach kann der GSSG 9 als Generator arbeiten.

In den 2. Gang wird geschaltet, indem die Kupplung 24 gelöst und die Bremse 17 angezogen wird. Bei nun stehendem Sonnenrad 13 wird die Stegwellendrehzahl der Planetenräder 11 zum Hohlrad 12 hin ins Schnelle übersetzt und die Welle 1 rotiert entsprechend schneller. Der Umschaltvorgang zum 2. Gang wird also ohne Drehmomentunterbrechung durch die Bremse 17 bewerkstelligt, allerdings entsteht dabei Reibungswärme.

Der 3. Gang wird eingeschaltet, indem die Bremse 21 gelöst und die Kupplung 20b eingekuppelt wird. Jetzt kann mit Hilfe des GSSG 9 die Schalmuffe 7b mit dem rechten Zahnrad des Zahnradsatzes 5b synchronisiert und nach rechts verschoben werden. Der 3. Gang wird aktiviert, indem gleichzeitig die Bremse 17 und die Schalmuffe 7a gelöst werden und der GSSG 9 in den Generatorbetrieb geschaltet wird. Dabei wird zunächst die Welle 25 mit allen

zugehörigen Teilen beschleunigt und ein Drehmoment entsteht bedingt durch die Massenträgheit. Sowie die Welle 25 die Drehzahl von Welle 1 erreicht hat, kann die Kupplung 24 geschlossen werden. (Hier genügt eventuell eine schnell schaltbare Klauenkupplung, ein Freilauf kann sinnvoll sein.) Nachdem die Welle 2b die Drehzahl von Welle 1 erreicht hat, kann die Kupplung 19 nach rechts verschoben werden und der 3. Gang arbeitet ohne elektrische Unterstützung mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad. Auch dieser Vorgang erfolgt ohne Drehmomentunterbrechung. Mit gelöster Kupplung 20b und betätigter Bremse 21 kann der GSSG 9 wieder als Generator arbeiten.

Der 4. Gang wird aktiviert, indem die Kupplung 24 gelöst und die Bremse 17 angezogen wird. Der 5. und der 7. Gang werden analog zum 3. Gang aktiviert, während der 6. und der 8. Gang jeweils durch Lösen der Kupplung 24 und Festsetzen der Bremse 17 aktiviert werden.

Wenn das Drehmoment des GSSG 9 nicht ausreicht, um das Anfahrdehmoment zu erzeugen (z. B. Anfahren am steilen Berg), kann folgendermaßen verfahren werden: zunächst wird bei eingeschaltetem 1. Gang die Bremse 17 und die Kupplung 24 gelöst, dann wird die Welle 2a über die Kupplung 19 mit der Welle 1 gekoppelt (die Welle 25 dreht dabei hoch) und danach wird die Welle 25 mit Hilfe der Bremseinrichtung 17 auf die Drehzahl von Welle 1 abgebremst. Nun kann die Kupplung 24 geschlossen werden und der 1. Gang ist aktiviert. Da die Welle 25 zunächst sehr schnell dreht, entsteht dabei allerdings viel Reibungswärme. Wenn während des Anfahrvorganges die Bremse 21 geschlossen ist, kann der GSSG 9 im Motorbetrieb das Drehmoment der Brennkraftmaschine unterstützen.

In dieser Variante werden 4 Rückwärtsgänge realisiert, indem die Kupplung 22 nach rechts verschoben und die Bremse 23 betätigt wird. Die Welle 1 dreht dann rückwärts. Jetzt können die 4 Vorgelegegänge mit Hilfe des GSSG 9 eingeschaltet und aktiviert werden, wobei die Sprünge zwischen den Rückwärtsgängen doppelt so groß sind wie bei den Vorwärtsgängen (weil der Sprung bedingt durch den Planetensatz fehlt). Mit den gezeichneten Abmessungen entsprechen der 3. Rückwärtsgang etwa dem 1. Gang und der 4. Rückwärtsgang etwa dem 3. Gang. Der 1. und 2.

Rückwärtsgang sind damit entsprechend sehr langsam und ein Anfahrvorgang ist deshalb immer auch ohne Unterstützung durch die Bremse 17 möglich. Mit den gezeichneten Abmessungen erreicht man für die Vorwärtsgänge Sprünge mit dem Faktor 1,32 und eine Gesamtspreizung um den Faktor 7.

### Variante 3

Bei der Variante 2 wird bei den Schaltvorgängen Wärme erzeugt. Dies soll bei der Variante 3 weitgehend vermieden werden. Außerdem wird hier mit dem Planetensatz 11, 12, 13 ins Langsame übersetzt, da die Brennkraftmaschine über die Welle 26 das Hohlrad 12 antreibt. (Variante 2 kann mit dem Planetensatz von Variante 3 versehen werden und umgekehrt.) Ansonsten entspricht die Variante 3 in wesentlichen Ausführungen der Variante 2.

Der GSSG 9 ist hier zweigeteilt aufgebaut, wobei der gemeinsame Außenläufer (z. B.) mit der Welle 2b fest verbunden ist, während das linke Innenteil 9a mit der Welle 2a fest verbunden ist. Die Welle 1 kann über die Klauenkupplung 8 entweder mit dem gemeinsamen Außenläufer oder dem Innenteil 9a oder mit beiden drehfest verbunden werden (dies entspricht im Wesentlichen der Variante 1). Das Innenteil 9b kann über die Kupplung 27 entweder mit der Welle 25 oder dem Gehäuse 6 verbunden werden. Bei fast allen Betriebszuständen (außer bei der Synchronisation des 1. und Rück-

wärtsganges bei stehendem Fahrzeug) wird sich der gemeinsame Außenläufer drehen. Wenn die Kupplung 27 eine Verbindung zwischen dem Gehäuse 6 und dem Innenteil 9b herstellt und dieses damit steht, kann der rechte Teil des GSSG 9 also fast immer zum Laden der Bordnetzbatteie dienen.

Das linke Zahnrad des Zahnradsatzes 5a ist drehfest mit der Welle 2a verbunden und axial verschiebbar. Es kann vollständig vom zugehörigen Zahnkranz des Zahnradsatzes 4 entkoppelt werden. Damit verbunden sind die Vorteile, daß das linke Zahnrad des Zahnradsatzes 5a in hohen Gängen bei hohen Drehzahlen nicht sehr schnell mitrotieren muß und daß zwei Rückwärtsgänge einfach zu realisieren sind. Die Rückwärtsgang - Vorrichtung besteht aus einer Welle 28 und zwei drehfest damit verbundenen Zahnrädern 29 und 30. Das Zahnrad 29 ist ortsfest, das Zahnrad 30 ist axial verschiebbar und kann in das Zahnrad 30 hinein geschoben werden. (Das Zahnrad 29 sollte auch bei einem nach links verschobenen linken Zahnrad des Zahnradsatzes 5a mit diesem Zahnrad im schwach überlappenden Eingriff sein, damit hier kein Synchronisationsvorgang erforderlich ist.) Wird nun, synchronisiert über das Innenteil 9a des GSSG 9, das Zahnrad 30 nach links in eine mit dem zugehörigen Zahnrad des Zahnradsatzes 4 kämmende Position verschoben, so ist der 1. Rückwärtsgang eingeschaltet. Aktiviert wird der 1. Rückwärtsgang, indem (bei betätigter Bremse 17) das Innenteil 9a des GSSG 9 in Generatorbetrieb geschaltet wird und die Drehzahl der Welle 2a auf die Drehzahl von Welle 1 "hochzieht". Wenn dann noch die Kupplung 8 nach links verschoben wird, arbeitet der 1. Rückwärtsgang ohne elektrische Unterstützung mit dem maximal möglichen Wirkungsgrad. Ist ein hohes Anfahr-drehmoment gefordert, so kann auch zunächst die Kupplung 8 geschlossen und danach die Bremse 17 betätigt werden. Den 2. Rückwärtsgang erhält man, indem zunächst die Kupplung 27 nach rechts verschoben, dann die Bremse 17 gelöst und danach das Innenteil 9b des GSSG 9 in Generatorbetrieb geschaltet wird. Damit wird die Drehzahl von Welle 1 auf die Drehzahl von Welle 26 beschleunigt. Die Kupplung 15 wird geschlossen und der 2. Rückwärtsgang arbeitet ohne elektrische Unterstützung mit dem maximal möglichen Wirkungsgrad. Wenn Vorwärtsgänge arbeiten sollen, muß das Zahnrad 30 immer nach rechts verschoben sein, da das Getriebe sonst blockiert. Ein gleichzeitig eingeschalteter 1. Gang und Rückwärtsgang bewirkt die Funktion Parksperre.

Mit nach rechts verschobener Kupplung 8 und blockierter Bremse 17 kann über das Innenteil 9a des GSSG 9 das linke Zahnrad des Zahnradsatzes 5a so gedreht werden, daß es nach links verschoben werden kann und mit dem zugehörigen Zahnrad des Zahnradsatzes 4 kämmt. Dann wird das Innenteil 9a in den Generatorbetrieb geschaltet und "zieht" die Drehzahl von Welle 2a auf die Drehzahl von Welle 1 hoch. Wenn dann noch die Kupplung 8 nach links verschoben wird, arbeitet der 1. Gang ohne elektrische Unterstützung mit dem maximal möglichen Wirkungsgrad. Ein hohes Anfahr-drehmoment kann erzeugt werden, indem der 1. Gang bei gelöster Bremse 17 aktiviert wird und danach die Bremse 17 dosiert angezogen wird. Außerdem sollte die Welle 2b mit dem rechten Zahnrad des Zahnradsatzes 5b synchronisiert und die Schaltmuffe 7b nach rechts verschoben werden, damit der Außenläufer des GSSG 9 in einem definierten Zustand rotiert.

Der 2. Gang wird eingelegt und aktiviert, indem zunächst die Kupplung 27 nach rechts verschoben, dann die Bremse 17 gelöst und danach mit Hilfe des GSSG 9 die Drehzahl von Welle 25 auf die Drehzahl von Welle 1 beschleunigt wird. Damit erreicht die Welle 1 die Drehzahl von Welle 26 und die Kupplung 15 kann geschlossen werden. Auch dieser

Vorgang ist ohne Drehmomentunterbrechung möglich und der 2. Gang arbeitet ohne elektrische Unterstützung mit dem maximal möglichen Wirkungsgrad. Wenn dann noch die Kupplung 27 wieder nach links verschoben wird, kann das Innenteil 9b des GSSG 9 wieder als Generator arbeiten.

Den 3. Gang erhält man, indem das Vorgelegegetriebe in seinen 2. Gang geschaltet wird (ist mit nach rechts verschobener Schaltmuffe 7b schon geschchen) und der Planetensatz 11, 12, 13 in der unteren Gruppe arbeitet. Dazu muß über ein Drehmoment des Innenteiles 9a des GSSG 9 die Welle 2a entlastet werden, damit das linke Zahnrad des Zahnradsatzes 5a in die gezeichnete Stellung zurück geschoben werden kann. Dann werden die Kupplung 15 gelöst, die Bremse 17 angezogen und mit Hilfe des GSSG 9 die Welle 2b auf die Drehzahl von Welle 1 beschleunigt. Wenn dann noch die Kupplung 8 nach rechts verschoben wird, arbeitet der 3. Gang ohne elektrische Unterstützung mit dem maximal möglichen Wirkungsgrad. Auch dieser Vorgang ist ohne Drehmomentunterbrechung möglich.

Der Umschaltvorgang vom 3. zum 4. Gang ist völlig analog zum Umschaltvorgang vom 1. in den 2. Gang. Wenn der 4. Gang arbeitet, sollte der 5. Gang eingelegt werden, indem, synchronisiert über den GSSG 9, die Kupplung 31 durch ein weiteres nach rechts Rücken des zugehörigen Zahnrades betätigt wird. (Hier ist natürlich auch eine separate Schaltmuffe möglich.) Der 5. Gang wird ähnlich wie zuvor der 3. Gang aktiviert. Für den 6. Gang muß die Bremse 17 gelöst und die Kupplung 15 geschlossen werden. Der 7. und 8. Gang laufen schließlich über das linke Zahnrad des Zahnradsatzes 5b.

Falls keine Anfahrunterstützung durch die Bremse 17 notwendig ist, kann diese Bremse auch als Klauenbremse innerhalb des Gehäuses 6 ausgeführt werden. Dann erfolgen alle Umschaltvorgänge mit Hilfe des GSSG 9 und es fallen nur Umschalt-Wärmeverluste an, bedingt durch den Wirkungsgrad des GSSG 9 und der zugehörigen Batterie.

Abgesehen von den Rückwärtsgängen sind die Schaltsprünge und ist die Spreizung wie bei der Variante 2. Nur das Drehzahlniveau insgesamt ist niedriger, da der Planetensatz 11, 12, 13 ins Langsame übersetzt.

Ein Warmstart kann z. B. erfolgen, indem bei blockiertem Zahnradsatz 5b und nach rechts gerückter Kupplung 27 der rechte Abschnitt des GSSG 9 als Startermotor fungiert. Beim Kaltstart kann der linke Abschnitt des GSSG 9 unterstützen, wenn die Kupplung 8 nach links gerückt und die Kupplung 15 geschlossen ist.

#### Variante 4

Um die Vielfalt der Möglichkeiten aufzuzeigen, sind in dieser Variante ein 4-Gang-Vorgelegegetriebe und zwei Planetensätze kombiniert. Man erhält damit ein 16-Gang-Getriebe, wobei in dieser Auslegung im höchsten Gang die Welle 3 um den Faktor 6 schneller rotiert als die mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbundene Welle 26. Die Auslegung erfolgt also für drehmomentstarke langsam-drehende Brennkraftmaschinen, wobei das mit hohen Drehzahlen rotierende Getriebe nur für entsprechend kleinere Drehmomente ausgelegt werden muß. Dann muß allerdings noch ein Untersetzungsgetriebe für die Achsuntersetzung vorgesehen werden, dieses Getriebe muß dann hohe Drehmomente verkraften.

Das Vorgelegegetriebe und die dazugehörigen Schaltmöglichkeiten sind ähnlich aufgebaut wie bei der Variante 3, allerdings ohne verschiebbare Zahnräder und mit einer anderen Schaltphilosophie. Für die unteren 8 Gänge ist die Kupplung 38 geschlossen und der Planetensatz 32, 33, 34 arbeitet mit der Übersetzung 1. Der 1. Gang wird einge-

schaltet, indem bei blockierter Bremse 17 und nach links verschobener Kupplung 8 mit Hilfe des gemeinsamen Außenläufers des GSSG 9 die Welle 2b mit dem linken Zahnrad des Zahnradsatzes 5b synchronisiert und die Schaltmuffe 7b nach links verschoben wird. Der 1. Gang wird aktiviert, indem das Innenteil 9a des GSSG 9 in Generatorbetrieb geschaltet wird und die Welle 2b auf die Drehzahl von Welle 1 "hochzieht". Wenn dann noch die Kupplung 8 nach rechts verschoben wird, arbeitet der 1. Gang ohne elektrische Unterstützung mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad. Den 2. Gang erhält man, indem die Kupplung 27 nach rechts verschoben und die Bremse 17 gelöst wird. Nun kann das Innenteil 9b des GSSG 9 die Welle 25 auf die Drehzahl von Welle 1 "hochziehen". Wenn danach die Kupplung 15 geschlossen wird, arbeitet der 2. Gang ohne elektrische Unterstützung mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad.

Der 3. Gang wird eingeschaltet, indem das Innenteil 9a des GSSG 9 so rotiert, daß die Welle 2a synchron mit dem linken Zahnrad des Zahnradsatzes 5a rotiert. Dann wird die Schaltmuffe 7a nach links verschoben und verbindet das linke Zahnrad 5a drehfest mit der Welle 2a. Danach werden die Schaltmuffe 7b und die Kupplung 15 gelöst und danach die Bremse 17 angezogen. Nun kann das Innenteil 9a des GSSG 9 die Welle 2a auf die Drehzahl von Welle 1 "hochziehen". Wird dann noch die Kupplung 8 nach links verschoben, arbeitet der 3. Gang ohne elektrische Unterstützung mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad. Während der Umschaltvorgänge kann das Innenteil 9a des GSSG 9 die Kupplung 15 entlasten und die Welle 25 zur Drehzahl 0 hin abbremfen, wobei Energie aus der Rotationsenergie der mit der Welle 25 gekoppelten Teile gewonnen wird. Damit ist auch dieser etwas kompliziertere Umschaltvorgang ohne Drehmomentunterbrechung und ohne nennenswerte Reibungswärme möglich. Den 4. Gang erhält man, indem die Bremse 17 gelöst und über die Kupplung 27 die Welle 25 auf die Drehzahl von Welle 1 "hochgezogen" und die Kupplung 15 geschlossen wird. Bis zum 8. Gang setzen sich die Gangwechsel nach diesem Schema fort.

Den 9. Gang erhält man, indem zunächst wie beschrieben der 1. Gang eingeschaltet wird. Mit entsprechend betätigten Schaltmuffen müssen dann die Kupplung 38 (und 15) geöffnet und die Bremse 37 (und 17) angezogen werden. Im 9. Gang arbeitet das Vorgelegegetriebe in seinem 1. Gang und der Planetensatz 32, 33, 34 bewirkt eine entsprechende Übersetzung ins Schnelle. Die Gänge 10 bis 16 erhält man bei weiterhin geöffneter Kupplung 38 und betätigter Bremse 37 wie die Gänge 2 bis 8 der unteren Gruppe. Auch hier sind alle Hochschaltvorgänge ohne Drehmomentunterbrechung möglich und auch hier arbeiten alle Gänge ohne elektrische Unterstützung mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad.

Der Startvorgang kann mit geschlossenen Kupplungen 15 und 38 wie bei der Variante 3 erfolgen. Bei angezogener Bremse 37 und gelöster Kupplung 38 wird die Starterdrehzahl außerdem stark untersetzt. Der Generatorbetrieb kann wie bei der Variante 3 erfolgen. Allerdings muß dann der GSSG 9 für sehr hohe Drehzahlen ausgelegt sein. Wenn dies nicht möglich ist, kann der Planetensatz 32, 33, 34 an die Stelle des Planetensatzes 11, 12, 13 der Variante 1 gesetzt werden. (Dann muß dieser Planetensatz aber für größere Drehmomente ausgelegt sein.) Mit den gezeichneten Abmessungen erhält man Gangsprünge von etwa 1,19 und eine Spreizung um den Faktor 13.

#### Variante 5

Dies ist ein 17-Gang-Getriebe als Gruppengetriebe ganz ohne Planetensätze (zeigt wiederum die Vielfalt der Möglichkeiten). Dazu werden zwei 4-Gang-Vorgelegegetriebe

so miteinander kombiniert, daß die Ausgangswelle 3 des zweiten Vorgelegegetriebes mit der Eingangswelle 1 des ersten Vorgelegegetriebes fluchtet. Außer den  $4 \times 4 = 16$  Gängen ist damit ein 17. Gang möglich, der bei geschickter Auslegung als direkter Durchgang von der Welle 1 auf die Welle 3 bei geschlossener Kupplung 40 ermöglicht wird.

Das linke Vorgelegegetriebe (mit der Welle 1) ist in Anlehnung an die Variante 1 aufgebaut, das rechte Vorgelegegetriebe (mit der Welle 41) in Anlehnung an die Variante 2. Beide Vorgelegegetriebe sind mit jeweils einem GSSG ausgerüstet (9 und 49), wobei der GSSG 9 bei blockiertem Zahnradsatz 5b und nach links gerückter Kupplung 8 den Warmstart der Brennkraftmaschine bewerkstelligen kann. (Mit nach links gerückter Schaltmuffe 7b kann nach dem Start sofort angefahren werden, indem der GSSG 9 in den Generatorbetrieb geschaltet wird - Stop and Go mit automatischer Abschaltung der Brennkraftmaschine.) Der Kaltstartbetrieb kann in einer mechanischen Reihenschaltung von GSSG 9 und GSSG 49 erfolgen, indem bei blockierter Bremse 21 und (z. B.) eingelegetem 4. Gang des linken Vorgelegegetriebes die Welle 2a und damit der Außenläufer des GSSG 9 in Rotation versetzt wird.

Rotiert nun bei nach rechts gerückter Kupplung 8 auch noch der GSSG 9, so wird die Welle 1 mit der Summe der Drehzahlen von Welle 2a und GSSG 9 angetrieben. Deshalb können GSSG 9 und 49 jetzt mit niedrigeren Drehzahlen und damit höherem Drehmoment betrieben werden als im Einzelbetrieb. Im rechten Vorgelegegetriebe findet nur nach jedem 4. Gang ein Gangwechsel statt. Deshalb kann der GSSG 49 über längere Zeiträume und mit nur kurzen Unterbrechungen bei blockierter Bremse 21 im Generatorbetrieb laufen. Die Drehzahländerungen bedingt durch die Gangwechsel des linken Vorgelegegetriebes sind dabei nicht so gravierend, da die Gänge hier eng abgestuft sind. Im Leerlauf (ohne eingeschalteten Gang) kann der GSSG 9 als Generator arbeiten. Wegen der großen Drehzahlvarianz des rechten Vorgelegegetriebes ist der 1. Gang dieses Getriebes (rechtes Zahnrad des Zahnradsatzes 45b) verschiebbar ausgelegt. Die damit verbundenen Vorteile sind bei der Variante 3 aufgeführt. So können außerdem 4 Rückwärtsgänge realisiert werden, indem z. B. eine Vorrichtung mit Welle 28 und den Zahnrädern 29 und 30 nach Variante 3 eingebaut wird (wurde nicht gezeichnet).

Mit nach links verschobenem rechten Zahnrad des Zahnradsatzes 45b und nach rechts verschobener Kupplung 19 wird der 1. Gang eingeschaltet, indem mit nach links verschobener Kupplung 8 über den GSSG 9 die Welle 2b so synchronisiert wird, daß die Schaltmuffe 7b nach links verschoben eine drehfeste Verbindung zwischen der Welle 2b und dem linken Zahnrad des Zahnradsatzes 5b herstellt. Nun kann im Generatorbetrieb des GSSG 9 die Drehzahl von Welle 2b auf die Drehzahl von Welle 1 "hochgezogen" werden und Welle 3 wird in Rotation versetzt. Wenn das Drehmoment des GSSG 9 für das Anfahrtdrehmoment nicht ausreicht, kann dieser Vorgang durch die (optionale) Reibkupplung 10 unterstützt werden. Wenn dann noch die Kupplung 8 in die rechte Position verschoben wird, arbeitet der 1. Gang ohne elektrische Unterstützung mit dem bei dieser Getriebeausführung größtmöglichen Wirkungsgrad.

Der 2. Gang wird eingeschaltet, indem zunächst über den GSSG 9 die Welle 2a mit dem rechten Zahnrad des Zahnradsatzes 5a synchronisiert wird und dann die Schaltmuffe 7a eine drehfeste Verbindung zwischen diesem Zahnrad und der Welle 2a herstellt. Der 2. Gang wird aktiviert, indem (mit Drehmomentunterstützung durch den GSSG 9) zunächst die Schaltmuffe 7b gelöst und danach mit weiterer Drehmomentunterstützung durch den GSSG 9 die Welle 2a auf die Drehzahl von Welle 1 "hochgezogen" wird. Nach-

dem noch die Kupplung 8 in die linke Position gebracht worden ist, arbeitet der 2. Gang ohne elektrische Unterstützung mit dem maximal möglichen Wirkungsgrad. Bis zum 4. Gang hoch werden die Gänge abwechselnd über die Wellen 2a und 2b geschaltet und aktiviert. Den 5. Gang erhält man, indem bei betätigter Kupplung 20a und gelöster Kupplung 20b die Welle 42a mit Hilfe des GSSG 49 so gedreht wird, daß die Schalmuffe 47a synchronisiert nach links verschoben werden kann und eine drehfeste Verbindung zwischen dem linken Zahnrad des Zahnradsatzes 45a und der Welle 42a herstellt. Danach kann, drehmomententlastet über den GSSG 49, das rechte Zahnrad des Zahnradsatzes 451, nach rechts verschoben werden. In der Zwischenzeit muß (wie oben beschrieben), der 1. Gang des linken Vorgelegegetriebes eingeschaltet sein. Aktiviert wird der 5. Gang, indem gleichzeitig das linke Vorgelegegetriebe in den zugehörigen 1. Gang und das rechte Vorgelegegetriebe in den zugehörigen 2. Gang geschaltet wird. Beide Vorgänge werden durch die zugehörigen GSSG unterstützt und auch dieser Vorgang kann ohne Unterbrechung der Drehmomentübertragung zwischen Welle 1 und Welle 3 erfolgen. Wenn nun noch die Kupplung 8 in die rechte und Kupplung 19 in die linke Position geschaltet sind, arbeitet der 5. Gang ohne elektrische Unterstützung mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad.

Den 6. bis 8. Gang erhält man, indem (wie oben beschrieben) das linke Vorgelegegetriebe in die zugehörigen Gänge 2 bis 4 geschaltet wird. Der 9. Gang wird analog zum 5. Gang eingeschaltet und aktiviert, wobei hier statt der mit dem verschiebbaren Zahnrad gekoppelten Kupplung 31 eine separate Kupplung 39 vorgesehen ist (die Kupplung 31 kann ebenfalls realisiert werden). Die Gänge 10 bis 12 erhält man dann nach der bekannten Vorgehensweise, indem die zugehörigen Gänge im linken Vorgelegegetriebe entsprechend geschaltet und aktiviert werden.

Mit den gezeichneten Abmessungen ist der 13. der direkte Gang. Der 12. Gang läuft über die Welle 2a. Deshalb kann mit Hilfe des GSSG 9 die Welle 2b so gedreht werden, daß die Klauenkupplung 40 synchronisiert geschlossen werden kann. Aktiviert wird der 13. Gang, indem zunächst – mit Drehmomentunterstützung durch den GSSG 9 über die Kupplung 40 – die Kupplung 39 gelöst und dann die Welle 2b im Generatorbetrieb des GSSG 9 auf die Drehzahl von Welle 1 "hochgezogen" wird. Mit nach rechts verschobener Kupplung 8 arbeitet der 13. Gang ohne elektrische Unterstützung als direkte Durchschaltung von Welle 1 zur Welle 3 mit dem überhaupt größtmöglichen Wirkungsgrad.

Wenn zu erwarten ist, daß in den 14. Gang geschaltet werden soll, muß zunächst der 4. Gang des rechten Planetensatzes geschaltet und aktiviert werden. Dies geschieht im "Leerlauf", da im 13. Gang keine Drehmomentübertragung von Welle 1 auf Welle 41 erfolgt. Nun ist aber eine kurze Drehmomentunterbrechung notwendig, da der 14. Gang ebenfalls von der Welle 2b angetrieben wird. (Dies ist bei den im 13. Gang erreichten hohen Geschwindigkeiten und damit niedrigen Beschleunigungen tragbar.) Während der Drehmomentunterbrechung (kurzfristige Leistungsreduzierung der Brennkraftmaschine) wird die Kupplung 40 gelöst und das linke Getriebe in den zugehörigen 1. Gang geschaltet. Dieser Vorgang kann durch den GSSG 9 unterstützt und beschleunigt werden. Der 15. Bis 17. Gang wird wie gewohnt geschaltet und aktiviert.

Mit einer Vorrichtung nach Variante 3 (Welle 28, Zahnräder 29 und 30) sind 4 Rückwärtsgänge möglich, die etwas langsamer sind als die Vorwärtsgänge 1 bis 4. Mit den gezeichneten Abmessungen erhält man Sprünge von etwa 1,185 und eine Spreizung um den Faktor 15. Vom direkten 13. Gang bis zum 17. Gang wird noch um den Faktor 2 ins

Schnelle übersetzt. Andere Auslegungen sind natürlich möglich, z. B. kann der direkte Gang bei anderen Zahnradauslegungen der 9. oder 17. Gang sein Variante 6.

Dies ist eine gegenüber den vorangegangenen Varianten stark veränderte Lösungsmöglichkeit. Variante 6 hat nur 6 Gänge (etwas variiert sind mehr Gänge möglich) und ist hauptsächlich für Heckantrieb ausgelegt, da bedingt durch die Zahnräder 51 und 52 die Wellen 26, 1 und 3 fluchten. Frontantrieb mit vorne quer eingebauter Brennkraftmaschine ist aber von der Welle 50 her möglich.

Das Getriebe ist so ausgelegt, daß bei jedem Gangwechsel eine Umschaltung des Planetensatzes 11, 12, 13 erfolgt (vergleichbar den Varianten 3 und 4). Deshalb wird diese Umschaltung hier besonders komfortabel und effektiv ohne Bremse ausgelegt. Die Stegwelle des Planetensatzes 11, 12, 13 ist mit der Welle 26 gekoppelt, deshalb übersetzt der Planetensatz bei festgebremsten Sonnenrad 13 ins Schnelle (Variante 7 zeigt eine andere Lösungsmöglichkeit). Die Zustände Sonnenrad 13 festgebremst bzw. mitrotierend mit Welle 26 können durch die Kupplung 62 fixiert werden. Die Umschaltvorgänge (und die Starter- und Generatorfunktionen) werden durch den zweigeteilten GSSG 9 bewerkstelligt. Das (stromführende) Innenteil 9b ist direkt mit dem Gehäuse 6 verbunden (steht also immer), das (stromführende) Innenteil 9a ist direkt mit der Welle 26 und der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbunden (rotiert also immer bei drehender Brennkraftmaschine). Die elektrische Kontaktierung zum Innenteil 9a erfolgt über Kontakte 16 direkt über die Welle 26. Der für beide Innenteile gemeinsame (stromlose) Außenläufer ist direkt mit dem Sonnenrad 13 verbunden und trägt die nach beiden Seiten wirkende Klauenkupplung 62.

Bei eingeschaltetem und aktiviertem 1. Gang des Vorgelegegetriebes (siehe unten) und stehendem Fahrzeug rotiert das Sonnenrad 13 und damit der Außenläufer des GSSG 9 schneller als die Welle 26, also schneller als das mitrotierende Innenteil 9a und noch schneller als das stehende Innenteil 9b. Wenn nun beide Innenteile (oder mindestens eines davon) in den Generatorbetrieb geschaltet werden, setzt sich mit langsamer werdendem Sonnenrad 13 das Hohlrad 12 in Bewegung (und damit die Antriebsräder). Dazu ist ein verhältnismäßig geringes Drehmoment erforderlich, da das Sonnenrad 13 nur einen kleinen Durchmesser hat. Wenn das Sonnenrad 13 die Drehzahl von Welle 26 erreicht hat, kann die Kupplung 62 nach rechts geschlossen werden und das Getriebe arbeitet im 1. Gang ohne elektrische Unterstützung mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad. (Bei den Schaltvorgängen des Vorgelegegetriebes wird ein alternativer Anfahrvorgang mit hohem Drehmoment beschrieben.) Da jetzt der Außenläufer des GSSG 9 rotiert und das Innenteil 9b steht, kann der linke Abschnitt des GSSG 9 als Generator arbeiten. (Bei notwendigen sehr hohen Anfahrdrrehmomenten oder wenn die Bordnetzbatteie voll ist, kann er auch im Motorbetrieb die Brennkraftmaschine unterstützen.)

Wenn in den 2. Gang geschaltet werden soll, muß zunächst mit Drehmomentunterstützung durch den GSSG 9 die Kupplung 62 entlastet und in die Mittelstellung gebracht werden. Dann muß das Sonnenrad 13 auf die Drehzahl 0 abgebremst werden. Dies kann im "Pendelbetrieb" erfolgen, indem das Innenteil 9a als Motor und das Innenteil 9b als Generator geschaltet wird. Die beiden Anteile des GSSG 9 unterstützen sich gegenseitig und es wird elektrische Energie zwischen ihnen ausgetauscht. Dieser "Pendelbetrieb" des GSSG 9 hat die Vorteile, daß bei geringer Belastung der Bordnetzbatteie ein hohes Drehmoment erzeugt werden kann. Mit Erreichen der Drehzahl 0 des Sonnenrades 13 kann die Kupplung 62 nach links verschoben werden und der 2. Gang arbeitet ohne elektrische Unterstützung mit dem



größtmöglichen Wirkungsgrad.

Immer wenn die Gangzahl um 1 erhöht oder erniedrigt werden soll, muß der Planetensatz 11, 12, 13 umgeschaltet werden. Hierbei ist immer (beim Rauf und beim Runterschalten) der Vorgang möglich, daß zunächst die Kupplung 62 entlastet und in die Mittelstellung gebracht, dann die Drehzahländerung des Sonnenrades 13 im "Pendelbetrieb" des GSSG 9 erfolgt und danach die Kupplung 62 zur entsprechenden Seite geschlossen wird. Diese Umschaltvorgänge sind, bedingt durch den zweigeteilten GSSG 9, schnell, effektiv und verschleißarm durchzuführen. Außerdem kann bei rotierender Brennkraftmaschine immer ein Teil des GSSG 9 als Generator arbeiten. Neben der Kupplung 62 sind keine weiteren mechanischen Umschaltvorgänge für den Planetensatz 11, 12, 13 erforderlich. Er hat dabei die Übersetzung 1 (Kupplung 62 nach rechts verschoben) oder mit den gezeichneten Abmessungen von etwa 1,33 (Kupplung 62 nach links verschoben).

Das Vorgelegegetriebe besitzt 3 Vorwärtsgänge und einen Rückwärtsgang. Hier ist ein separater Motor 59 zum Synchronisieren der Gänge vorgesehen. Er braucht nur schwach ausgelegt zu sein und da keine großen Drehzahldifferenzen zu überwinden sind, kann außerdem ein Planetensatz 58 zur Drehmomentverstärkung eingesetzt werden. Eine Seite des Motors 59 ist direkt mit der Welle 1 verbunden, die andere Seite führt über den Planetensatz 58 zu einer Kupplung 60. Mit dieser Kupplung 60 kann wahlweise eine drehfeste Verbindung zur Welle 2a oder zur Welle 2b hergestellt werden. Die Betätigung der Kupplung 60 erfolgt über das Betätigungselement 61. Der Motor 59 kann durch eine (optionale) Bremse 56 überbrückt werden, diese Bremse wird durch das Betätigungselement 57 gesteuert. Die Wellen 2a oder 2b können abwechselnd über die Klauenkupplungen 54a und 54b mit der Welle 1 verbunden werden, die Betätigung dafür kann vom gemeinsamen Betätigungselement 55 her durch die hohle Welle 1 erfolgen.

Bei gelösten Kupplungen 54a und 54b und nach rechts verschobener Kupplung 60 kann das Zahnrad 5b mit dem zugehörigen Zahnrad des Zahnradsatzes 4 mit Hilfe des Motors 59 synchronisiert und dann nach links verschoben werden, so daß er mit dem Zahnrad 4 kämmt. Der 1. Gang des Vorgelegegetriebes wird aktiviert, indem entweder bei gelöster Kupplung 62 die Kupplung 54a geschlossen und dann der Planetensatz 11, 12, 13 wie oben beschrieben den Anfahrvorgang übernimmt, oder indem mit nach rechts gerückten Kupplungen 60 und 62 die Drehzahl der Welle 2a durch ein Bremsmoment vom Motor 59 und/oder der Bremseinrichtung 56 auf die Drehzahl von Welle 1 beschleunigt wird. Bedingt durch den Planetensatz 58 kann der zweite Vorgang ein hohes Anfahrtdrehmoment erzeugen. (Der Planetensatz 58 kann entfallen, dann müssen Bremseinrichtung 56 und Motor 59 entsprechend kräftiger ausgelegt sein oder der Anfahrvorgang erfolgt nur über den Planetensatz 11, 12, 13.) Wird noch die Kupplung 54b geschlossen, arbeitet der 1. Gang ohne elektrische Unterstützung mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad. In den 2. Gang wird umgeschaltet, indem wie oben beschrieben das Sonnenrad 13 mit Hilfe des GSSG 9 auf die Drehzahl 0 abgebremst wird. Wird dann noch die Kupplung 62 nach links verschoben, arbeitet der 2. Gang ohne elektrische Unterstützung mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad.

Wenn zu erwarten ist, daß in den 3. Gang geschaltet werden soll, wird die Kupplung 60 nach links verschoben (synchronisiert über den Motor 59). Der 3. Gang wird aktiviert, indem mit Hilfe des Motors 59 und/oder der Bremseinrichtung 56 die Kupplung 54b entlastet und ausgeschaltet und dann gleichzeitig die Welle 2a auf die Drehzahl von Welle 1 und das Sonnenrad 13 auf die Drehzahl von Welle 26 be-

schleunigt wird. Da Motor 59 (Bremse 56) und GSSG 9 gleichzeitig wirken, kann auch dieser Vorgang ohne Drehmomentunterbrechung ablaufen. Wenn dann noch Kupplung 54a und Kupplung 62 nach rechts geschlossen werden, arbeitet der 3. Gang ohne elektrische Unterstützung mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad. In den 4. Gang wird geschaltet wie zuvor vom 1. Gang in den 2. Gang.

Wenn zu erwarten ist, daß in den 5. Gang geschaltet werden soll, wird die Kupplung 60 nach rechts verschoben und dann die Welle 2b mit Hilfe des Motors 59 so gedreht, daß das Zahnrad 5b weiter nach rechts verschoben und die Kupplung 53 geschlossen werden kann. (Hier ist natürlich auch eine separate Kupplung möglich.) Der 5. Gang wird aktiviert, indem mit Hilfe des Motors 59 und/oder der Bremseinrichtung 56 die Kupplung 54a entlastet und ausgeschaltet und dann gleichzeitig die Welle 2b auf die Drehzahl von Welle 1 und das Sonnenrad 13 auf die Drehzahl von Welle 26 beschleunigt wird. Auch dieser Vorgang ist ohne Drehmomentunterbrechung möglich. Wenn dann noch die Kupplungen 54b und 62 entsprechend geschlossen werden, arbeitet der 5. Gang als die direkte Durchschaltung von der Welle 26 auf die Welle 3 mit dem bei diesem Getriebe überhaupt größtmöglichen Wirkungsgrad. In den 6. Gang wird geschaltet wie zuvor vom 1. Gang in den 2. bzw. vom 3. in den 4. Gang.

Die Rückwärtsgang-Vorrichtung besteht bei dieser Variante aus einer Welle 28 und einem darauf verschiebbaren breiten Zahnrad 29. Der 1. Rückwärtsgang wird eingeschaltet, indem, synchronisiert über die Kupplung 60 mit dem Motor 59, das Zahnrad 29 nach links verschoben wird und gleichzeitig mit dem Zahnrad 5b und dem zugehörigen Zahnrad des Zahnradsatzes 4 kämmt. (Das Zahnrad 5b muß dabei in der gezeichneten Stellung stehen. Das Zahnrad 29 sollte immer – zumindest leicht überlappend – mit dem Zahnrad 5a kämmen, damit es nicht selbst synchronisiert werden muß.) Der 1. Rückwärtsgang kann – wie oben beschrieben – wie der 1. Gang auf zwei unterschiedliche Weisen aktiviert werden. Bei entsprechend geschlossenen Kupplungen 54b und 62 arbeitet der Rückwärtsgang ohne elektrische Unterstützung. In den 2. Rückwärtsgang wird geschaltet wie in den 2. Vorwärtsgang. Mit nur einem Zahnrad 29 haben die Rückwärtsgänge die gleiche Übersetzung wie die ersten beiden Vorwärtsgänge. Mit gleichzeitig nach links verschobenen Zahnrädern 5b und 29 kann man eine Parksperre realisieren.

Die Welle 50 ändert ebenfalls bei allen Gängen ihre Drehzahl (auch bei den Gängen 5 und 6, da die Verbindung zwischen den Zahnrädern 51 und 52 weiterhin besteht). Von der Welle 50 aus kann also ein Frontantrieb mit vorne quer eingebautem Motor erfolgen.

Die Synchronisationsvorgänge des Vorgelegegetriebes können grundsätzlich auch vom Planetensatz 11, 12, 13 her mit Hilfe des GSSG 9 erfolgen und der Motor 59 mit seinen Zusatzseinrichtungen kann entfallen (Teile 55 bis 61). Dann ist aber jeweils zwischen dem 2. und 3. bzw. dem 4. und 5. Gang eine Drehmomentunterbrechung notwendig.

Der Warmstart kann mit nach rechts geschlossener Kupplung 62 über den linken Abschnitt des GSSG 9 erfolgen (bzw. auch mit nach links geschlossener Kupplung 62 über den rechten Abschnitt, nur dann werden die Kontakte 16 unnötig belastet). Der Kaltstartbetrieb kann mit gelöster Kupplung 62 erfolgen, indem das Innenteil 9b den gemeinsamen Außenläufer des GSSG 9 mit etwa der halben Starterdrehzahl antreibt und das Innenteil 9a mit noch einmal etwa der gleichen Drehzahl angetrieben wird. Da beide Anteile jetzt mit niedrigerer Drehzahl betrieben werden, können sie ein größeres Drehmoment liefern als im Einzelbetrieb. Das Vorgelegegetriebe kann während des Startvorganges schon in



den 1. Gang geschaltet sein, dieser kann nach erfolgtem Startvorgang sofort wie oben beschrieben aktiviert werden.

Mit den gezeichneten Abmessungen liegen die Gangsprünge bei etwa 1,33 und die Spreizung hat den Faktor 4,2. Der 5. Gang ist direkt durchgeschaltet und der 6. Gang wird um den Faktor 1,33 ins Schnelle übersetzt.

#### Variante 7

Dies ist eine Detail-Prinzipdarstellung einer Veränderung der Variante 6. Der Planetensatz 11, 12, 13 ist jetzt so ausgelegt, daß er eine Übersetzung ins Langsame bewirkt. Deshalb ist die Welle 26 mit dem Hohlrad 12 gekoppelt und die Stegwelle der Planetenräder 11 wird als Welle 1 um den Planetensatz herum zum Vorgelegegetriebe geführt. Der gemeinsame Außenläufer des GSSG 9 ist nach wie vor mit dem Sonnenrad 13 des Planetensatzes und einer Kupplung 62 verbunden, die das Sonnenrad 13 entweder festsetzen (nach links verschoben), freigeben (Mittelstellung) oder mit Welle 26 rotieren lassen kann (nach rechts verschoben). Das Innenteil 9a des GSSG 9 ist nach wie vor mit der Welle 26 und das Innenteil 9b mit dem Gehäuse 6 verbunden. Die Kontaktierung für das Innenteil 9a erfolgt weiterhin über die Kontakte 16. Der GSSG 9 ist fast gleich aufgebaut wie bei der Variante 6, nur daß nun der Zugriff zu dem gemeinsamen Außenläufer nicht zwischen den beiden Innenteilen erfolgt, sondern rechts davon.

Je nach Auslegung des Vorgelegegetriebes kann der direkte Gang jetzt als 4. oder als 6. Gang ausgelegt werden (auch als 2. Gang, bei der Variante 6 kann der direkte Gang auch der 3. bzw. der 1. Gang sein). Die konstruktive Gestaltung des GSSG 9 und des Planetensatzes 11, 12, 13 kann so erfolgen, daß mit vielen Gleichteilen beide Bauteile entweder für Variante 6 oder für Variante 7 eingesetzt werden können (oder auch für Variante 8, siehe dort).

#### Variante 8

Bei den Varianten 6 und 7 arbeiten die zweigeteilten GSSG 9 im vorteilhaften "Pendelbetrieb", d. h. ein stromführendes Innenteil 9a rotiert mit der Eingangsdrehzahl des Getriebes (meist Welle 26, verbunden mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine), das andere Innenteil 9b steht (verbunden mit dem Gehäuse 6) und der mit dem (z. B.) Sonnenrad 13 verbundene gemeinsame Außenläufer "pendelt" im Normalfall (nicht beim Anfahrvorgang) zwischen diesen beiden Drehzahlen je nach Bedarf hin und her. Die damit verbundenen Vorteile der Drehmomentübertragung und Energieeffizienz wurde bei den Varianten 6 und 7 beschrieben. Nachteilig hierbei ist, daß die elektrische Energiezufuhr zum rotierenden Innenteil 9b über Schleifkontakte 16 erfolgen muß. (Außerdem ist eine zweigeteilte Bauweise natürlich kostenintensiver als eine einteilige Bauweise, allerdings braucht die Gesamtleistung der zweigeteilten Bauweise nicht größer zu sein wie bei der einteiligen Bauweise.)

Die Detail-Prinzipdarstellung Fig. 8 zeigt, wie mit einem geringen mechanischen Aufwand der "Pendelbetrieb" auch ohne Schleifkontakte 16 ausgeführt werden kann. Dazu sind die stromführenden Innenteile 9a und 9b zu einem feststehenden Teil zusammengefügt und mit dem Gehäuse 6 verbunden, die Zuführung der elektrischen Energie ist also kein Problem mehr. Die stromlosen Außenläufer sind jetzt zweigeteilt, wobei der Außenläufer 9a direkt mit dem (z. B.) Sonnenrad 13 verbunden ist. Zwischen die Außenläufer 9a und 9b ist ein Planetengetriebe geschaltet, hier als Kegelradgetriebe mit dem Zähneverhältnis 1 gezeichnet. (Die folgenden Aussagen in Klammern gelten für Stirnrad-Planetenge triebe mit einem Zähneverhältnis nahezu bei 1.) Die Plane-

tenräder 66 laufen zwischen den Kegelrädern 64 und 65, wobei das Kegelrad 64 mit dem Außenteil 9a und dem Sonnenrad 13 verbunden ist und das Kegelrad 65 mit dem Außenteil 9b des GSSG 9. Die Stegwelle 63 wird von der Eingangswelle 26 von einem nicht gezeichneten Getriebe so angetrieben, daß sie (nahezu) die halbe Drehzahl der Welle 26 hat. Dies hat zur Folge, daß bei mit der Drehzahl von Welle 26 rotierendem Sonnenrad 13 das Kegelrad 65 und damit das Außenteil 9b (nahezu) steht und das bei stehendem Sonnenrad 13 das Kegelrad 65 und damit das Außenteil 9b sich (nahezu) mit der Drehzahl von Welle 26 dreht. Zwischen diesen beiden Zuständen wird umgeschaltet, indem jeweils ein Abschnitt des GSSG 9 in Generatorbetrieb geschaltet wird (der Abschnitt, der abgebremst werden soll) und der andere Abschnitt in Motorbetrieb (der Abschnitt, der beschleunigt werden soll). Das stehende Innenteil ist problemlos mit elektrischer Energie zu versorgen. Mit dem beschriebenen mechanischen Aufbau ist es möglich, den "Pendelbetrieb" der Varianten 6 und 7 auf andere Art und Weise zu realisieren.

In der Detail-Prinzipdarstellung der Variante 8 ist der Planetensatz der Variante 7 gezeichnet. Der Planetensatz nach Variante 6 ist genauso möglich. GSSG 9 und Planetensatz 11, 12, 13 können mit vielen Gleichteilen der Varianten 6 und 7 hergestellt werden. Bei den Varianten 6 und 7 kann statt des elektrisch betriebenen GSSG 9 z. B. auch ein Hydraulikmotor mit Druckspeicher benutzt werden. Dabei ist ebenfalls eine Energieübertragung auf rotierende Bauteile möglich.

#### Variante 9

Wenn Bauteile verwendet werden sollen, die an herkömmliche Startermotoren und Generatoren angenähert sind, ist ein Aufbau nach der Detail-Prinzipdarstellung Fig. 9 möglich (Anlehnung an die Varianten 1 bis 6). Die Welle 1 ist nach wie vor Eingangswelle des Vorgelegegetriebes und kann über die Klauenkupplung 8 wahlweise mit den Wellen 2a oder 2b oder mit beiden verbunden werden; die Zahnräder des Zahnradsatzes 5a oder 5b können wahlweise mit den Wellen 2a bzw. 2b gekoppelt werden und können mit dem (hier nicht gezeichneten) Zahnradsatz 4 kämmen. Die Reibkupplung 10 kann eine drehmomentschlüssige Verbindung zwischen den Wellen 2a und 2b herstellen. Die damit möglichen Funktionsabläufe sind bei den Varianten 1 bis 6 beschrieben.

Der GSSG 69 besitzt jetzt eine separate Welle 72 und ist neben der Welle 1 (vorwiegend noch innerhalb des Gehäuses 6) gelagert. Mit Hilfe von Scheiben 70a und 70b (z. B. Riemen-, Zahn-, Kettenscheiben) und Verbindungsgliedern 71a und 71b (z. B. Poly-V-Riemen, Zahnriemen, Ketten) und den entsprechenden Scheiben auf dem GSSG 69 wird eine Drehmoment- und Drehzahlübertragung zwischen den Wellen 2a und 2b und den Abschnitten 69a und 69b hergestellt (hier können natürlich auch Zahnräder eingesetzt werden). Die Funktionsabläufe innerhalb des Vorgelegegetriebes sind wie bei den Varianten 1 bis 6 beschrieben, nur daß jetzt die Drehmomente nicht so groß sind wie beim GSSG 9 und damit die Reibkupplung 10 wohl zwingend erforderlich ist.

Die Innenteile des GSSG 69 sind (beispielhaft) zweigeteilt, wobei das Innenteil 69b mit der Welle 2b in Verbindung steht (das gemeinsame Gehäuse 69a steht mit der Welle 2a in Verbindung). Damit kann der GSSG 69 eine Drehzahldifferenz zwischen den Wellen 2a und 2b erzeugen, die zur Synchronisation der Gänge dient. Das Innenteil 69c ist mit dem Gehäuse 6 fest verbunden und steht deshalb immer. Damit kann der GSSG 69 als Generator dienen, so-

bald eine Drehzahldifferenz zwischen dem Außenteil 69a und mindestens einem der Innenteile 69a oder 69b besteht.

In diesem Beispiel wird der Starterbetrieb so verwirklicht, daß das drehfest mit der Welle 72 verbundene Ritzel 68 nach links verschoben wird und mit einem Zahnkranz 67 (z. B. am Schwungrad der Brennkraftmaschine) kämmt, die Welle 2a freigegeben und die Welle 2b festgebremst wird. Wenn dann beide Innenteile 69b und 69c in den Motorbetrieb geschaltet werden, wirkt die Summe beider Drehmomente auf die Welle 72 und die Brennkraftmaschine kann mit der Gesamtleistung des GSSG 69 gestartet werden.

Bei der Variante 5 ist eine Anordnung möglich, bei der die Wellen 2a, 2b und die Wellen 42a, 42b von einer gemeinsamen Welle 72 aus mit einem entsprechend aufgeteilten GSSG beeinflußt werden.

Die Welle 2b kann zwischen Welle 2a und Welle 1 nach rechts geführt werden (entsprechend Variante 3 und 4). Dann können die Bauteile 10, 70a, 70b, 71a, 71b und der GSSG 69 außerhalb des Gehäuses 6 angebracht werden und sind nicht mehr ölbenezt.

#### Schlußbemerkungen

Außer bei der Variante 9 werden die Leistungsmerkmale moderner Kurbelwellenstartgeneratoren ausgenutzt, um mit verhältnismäßig einfachem mechanischen Aufbau Lastschaltgetriebe mit vielen Gängen zu verwirklichen. Wie bei der Variante 9 kann auch bei den anderen Varianten eine Reibkupplung 10 die Lastschaltmöglichkeiten bei kleineren Drehmomenten der GSSG sicherstellen.

Alle anderen Kupplungen können als Klauenkupplungen (oder ähnliche Bauweisen) realisiert werden. Nach Beendigung der Umschaltvorgänge arbeiten alle Getriebe ohne elektrische Unterstützung mit den guten Wirkungsgraden dieser herkömmlichen Vorgelege- oder Planetengetriebe. Die Verwendung von Vorgelegegetrieben ermöglicht eine Vielzahl von Gängen und eine weitgehende Anpassung an die gewünschten Übersetzungs- und Drehmomentbedingungen.

Mit einer entsprechenden Auslegung (leistungsfähige GSSG) kann die Drehmomentübertragung während der Lastschaltvorgänge erfolgen, damit fallen kaum reibungsbedingte Wärmeverluste an. Wenn die Drehmomentübertragung während der Lastschaltvorgänge auch noch im "Pendelbetrieb" erfolgt, wird die Belastung der Bordnetzbatteie und die damit verbundenen Nachteile (Wirkungsgrad, Zyklenfestigkeit) minimiert. Weitere Vorteile wie z. B. Nutzbremsung können realisiert werden. Außerdem sind die GSSG so eingebunden, daß die Funktionen Starten der Brennkraftmaschine und Generatorbetrieb zum Laden der Bordnetzbatteie mit übernommen werden können. Statt der in den Varianten dargestellten Vorgelegegetriebe können auch Planetensätze eingesetzt werden, wobei dann die notwendigen Bremsen und Kupplungen nicht in der Reibausführung vorhanden sein müssen, sondern es genügt eine Klauenausführung.

#### Patentansprüche

1. Antriebsaggregat für Kraftfahrzeuge mit einer zur Brennkraftmaschine führenden Welle (1) (26) und einer zu den Antriebsrädern führenden Welle 3 und einer Aufteilung einer Zwischenwelle in zwei Abschnitte (2a und 2b) und einer Drehmaschine zwischen diesen Abschnitten, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Abschnitte (2a und 2b) wahlweise oder gleichzeitig über Klauenkupplungen (8) (19) mit der Welle (1) verbunden werden können und daß die beiden Abschnitte

(2a und 2b) optional über eine Reibkupplung (10) verbunden werden können.

2. Antriebsaggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen den beiden Abschnitten (2a und 2b) liegende Drehmaschine zusätzlich zur Synchronisation der Gänge noch die Aufgaben Starten der Brennkraftmaschine und Generator zum Laden der Bordnetzbatteie mit übernehmen kann und Getriebsynchronisationsstartgenerator GSSG genannt wird.

3. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der GSSG das Anfahrtdrehmoment und das Drehmoment während der Lastschaltvorgänge übernimmt und daß der GSSG optional durch eine Reibkupplung (10) unterstützt werden kann.

4. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche mit mindestens einem Planetensatz zur Verdopplung der Zahl der Gänge, dadurch gekennzeichnet, daß eine Bremse dieses Planetensatzes so ausgeführt wird, daß durch diese Bremse das Anfahrtdrehmoment übernommen werden kann.

5. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach Ausführung der Anfahr- oder Schaltvorgänge Kupplungen die Drehmomentübertragung übernehmen und damit das Antriebsaggregat ohne elektrische Unterstützung mit dem maximal möglichen Wirkungsgrad arbeitet.

6. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der GSSG (9) (49) einseitig direkt mit der Welle (1) (41) verbunden ist, daß über eine Kupplung 19 eine Verbindung von der Welle (1) (41) zu den Wellen (2a oder 2b) (42a oder 42b) hergestellt werden kann, daß die andere Seite des GSSG (9) (49) über Kupplungen (20a oder 20b) mit den Wellen (2a oder 2b) (42a oder 42b) oder über eine Bremseneinrichtung (21) mit dem Gehäuse (6) verbunden werden kann und daß dieser GSSG außerhalb der Schaltvorgänge als Generator arbeiten kann.

7. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der GSSG zweigeteilt ist und damit 3 Wellen besitzt, daß eine dieser Wellen direkt mit der Welle (2a), eine zweite dieser Wellen direkt mit der Welle (2b) verbunden ist, daß über eine Kupplung (8) eine Verbindung zwischen Welle 1 und/oder Welle (2a, 2b) hergestellt werden kann und daß die dritte Welle des GSSG über eine Kupplung (27) wahlweise mit dem Gehäuse (6) oder mit einer zu einem Planetensatz (11, 12, 13) führenden Welle (25) verbunden werden kann.

8. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem zweigeteilten GSSG mit 3 Wellen eine Welle direkt mit dem Gehäuse (6) verbunden ist und damit steht, eine zweite Welle direkt mit einer Eingangswelle (26) eines Planetensatzes (11, 12, 13) verbunden ist und die dritte Welle des GSSG mit einer weiteren Welle des Planetensatzes (11, 12, 13), z. B. der zum Sonnenrad (13) gehörigen Welle, verbunden ist und daß die dritte Welle des Planetensatzes die Welle (1) des restlichen Getriebes ist.

9. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Planetensatz (11, 12, 13) auch zwischen dem anderen Teil des Getriebes und der zu den Antriebsrädern führenden Welle 3 angebracht werden kann.

10. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein

Teil des zweigeteilten GSSG bei drehender Brennkraftmaschine immer als Generator arbeiten kann.

11. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des zweigeteilten GSSG die Warmstartleistung für die Brennkraftmaschine aufbringt und beide Teile zusammen die Kaltstartleistung aufbringen.

12. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein GSSG (9 oder 49) die Warmstartleistung aufbringt und beide GSSG (9 und 49) zusammen die Kaltstartleistung aufbringen.

13. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß neben dem GSSG (9) noch ein (schwächerer) Motor (59) installiert wird, daß dieser Motor (59) mit einem Planetensatz (58) zur Untersezung versehen sein kann, daß dieser Motor (59) durch eine Bremseinrichtung (56) überbrückt werden kann und daß dieser Motor (59) über Kupplungen (60) auf die Wellen (2a oder 2b) zwecks Synchronisation einwirken kann.

14. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil eines zweigeteilten GSSG direkt mit einer Welle eines Planetensatzes (11, 12, 13) verbunden ist, daß diese Welle außerdem über einen Planetensatz (64, 65, 66) mit dem anderen Teil des GSSG gekoppelt ist, daß die Stegwelle des Planetensatzes (64, 65, 66) sich etwa mit der halben Drehzahl von Welle (26) dreht und daß alle stromführenden Teile des GSSG fest mit dem Gehäuse 6 verbunden sind.

15. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Welle des Planetensatzes (11, 12, 13) aus dem Gehäuse (6) heraus zu einer außenliegenden Bremseinrichtung (17) geführt wird.

16. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Welle eines Planetensatzes (32, 33, 34) zusätzlich aus dem Gehäuse (6) heraus zu einer außenliegenden Bremseinrichtung (37) geführt wird.

17. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche mit einem axial verschiebbaren 1. Gang (oder einem axial verschiebbaren anderen Gang), dadurch gekennzeichnet, daß auf einer Welle (28) ein Zahnrad (29) mit diesem verschiebbaren Zahnrad im dauernden Eingriff steht und daß ein zweites auf der Welle (28) verschiebbar angebrachtes Zahnrad (30) mit einem Zahnkranz des Zahnratsatzes 4 in Eingriff gebracht werden kann und so ein Rückwärtsgang realisiert wird.

18. Antriebsaggregat nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß statt des verschiebbaren Zahnrades (30) ein breiteres Zahnrad (29) vorhanden ist und mit dem verschiebbaren Zahnrad des Zahnratsatzes (5) und einem Zahnkranz des Zahnratsatzes (4) in Eingriff gebracht werden kann und so ein Rückwärtsgang realisiert wird.

19. Antriebsaggregat nach Anspruch 17 und 18, dadurch gekennzeichnet, daß das verschiebbare Zahnrad des Zahnratsatzes (5) etwas breiter ist als der zugehörige Zahnkranz des Zahnratsatzes 4 und daß das Zahnrad (29) immer in Eingriff mit dem verschiebbaren Zahnrad des Zahnratsatzes (5) steht und damit nicht synchronisiert werden muß.

20. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Vorgelegegetriebe so miteinander kombiniert werden,

daß die Eingangswelle (1) des einen Vorgelegegetriebes mit der Ausgangswelle (3) des anderen Vorgelegegetriebes fluchtet und daß zwischen den Wellen (1 und 3) über eine Kupplung (40) eine Verbindung hergestellt werden kann.

21. Antriebsaggregat nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der GSSG auf einer separaten Welle (72) gelagert ist und daß mit Hilfe dieses GSSG über Übertragungsmittel (71) eine Drehzahldifferenz zwischen den Wellen (2a und 2b) erzeugt werden kann.

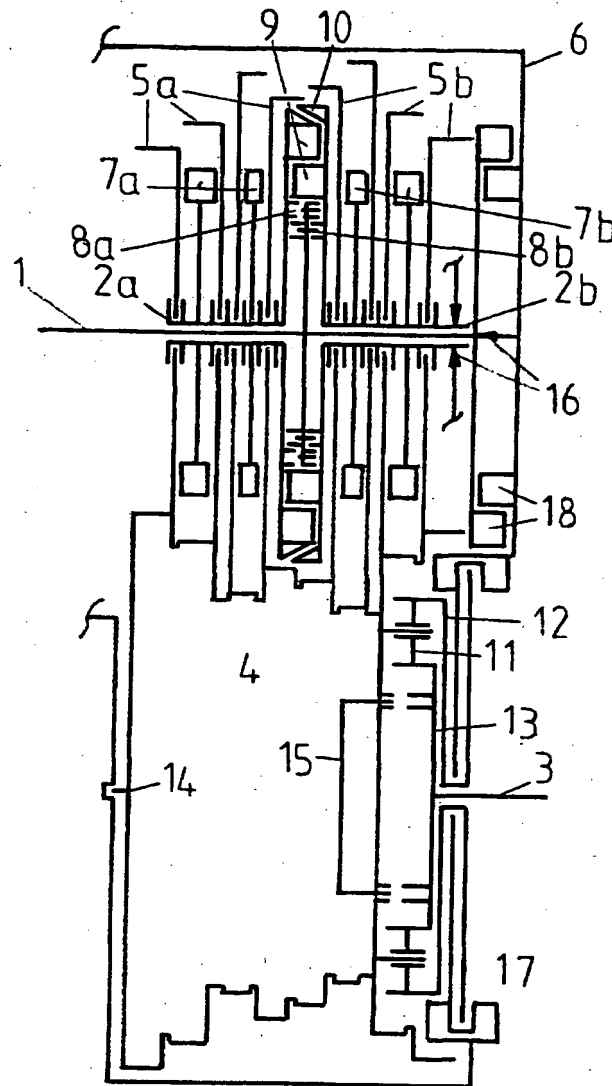
22. Antriebsaggregat nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der GSSG (69) zweigeteilt ist, daß ein Teil des GSSG (69) mit dem Gehäuse (6) verbunden ist und damit steht und daß die Gesamtleistung des GSSG (69) über ein Ritzel (68) auf einen Zahnkranz (67) zwecks Starten der Brennkraftmaschine übertragen werden kann.

23. Antriebsaggregat nach Anspruch 21 und 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellen (1, 2a und 2b) durch das Gehäuse (6) hindurch nach außen geführt werden und daß deshalb die Bauteile (10, 69, 70) und (71) nicht ölbenetzt sind.

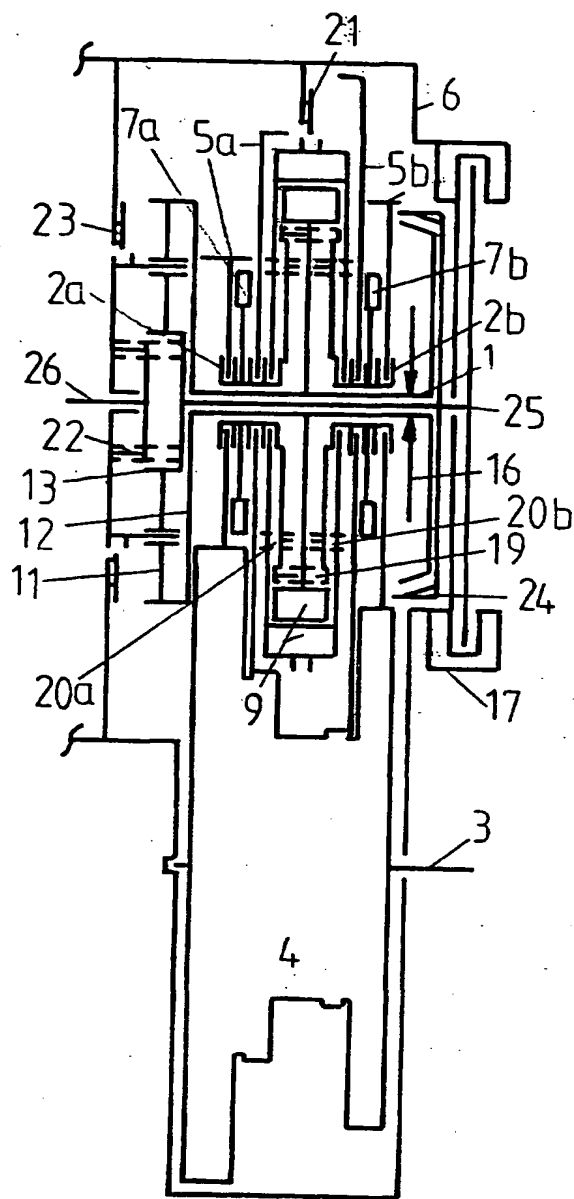
---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

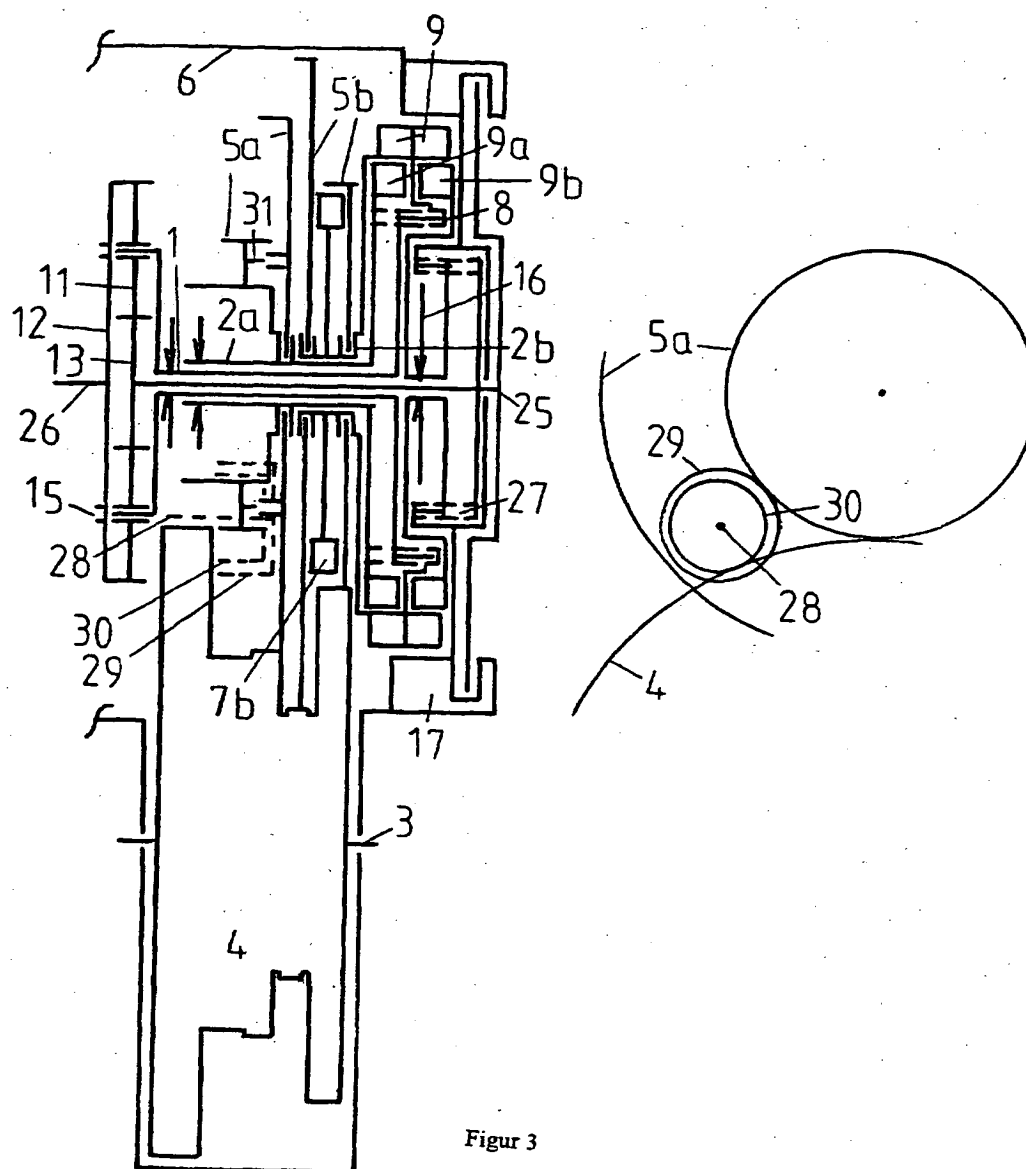
---



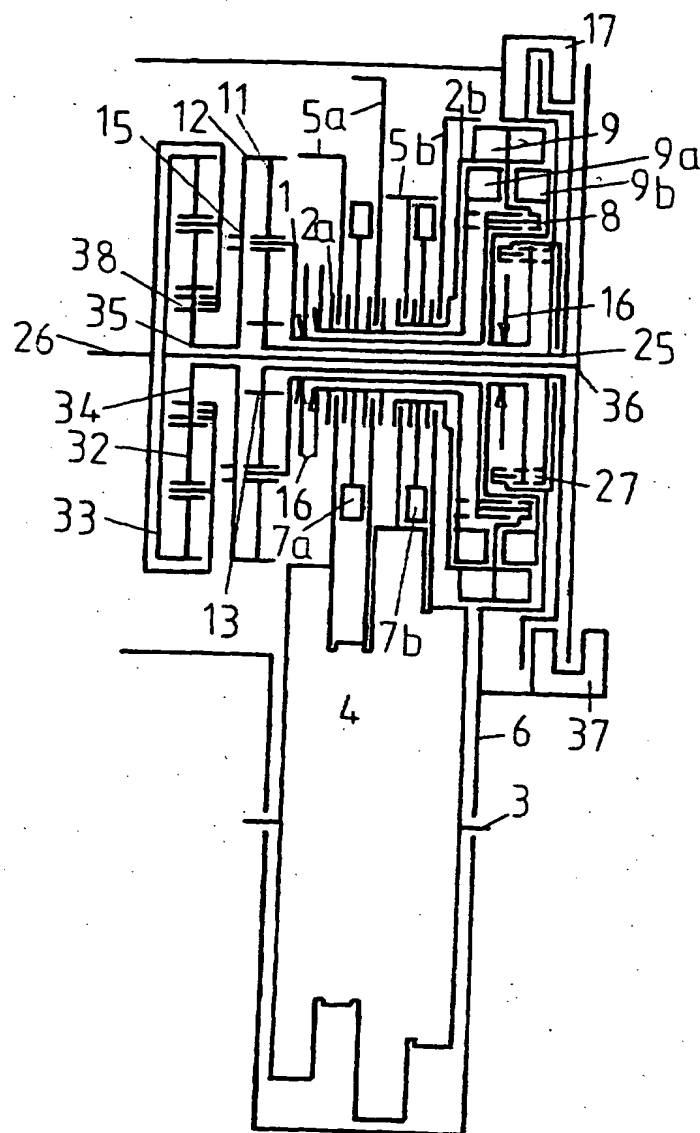
Figur 1



Figur 2

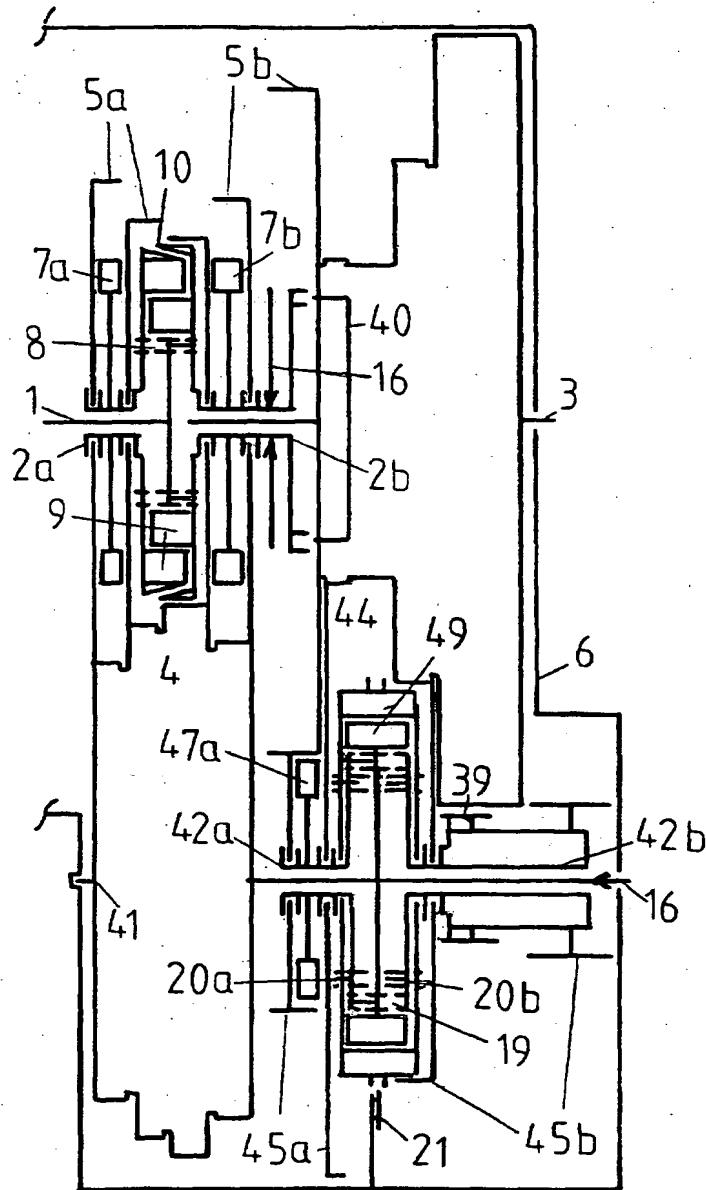


Figur 3

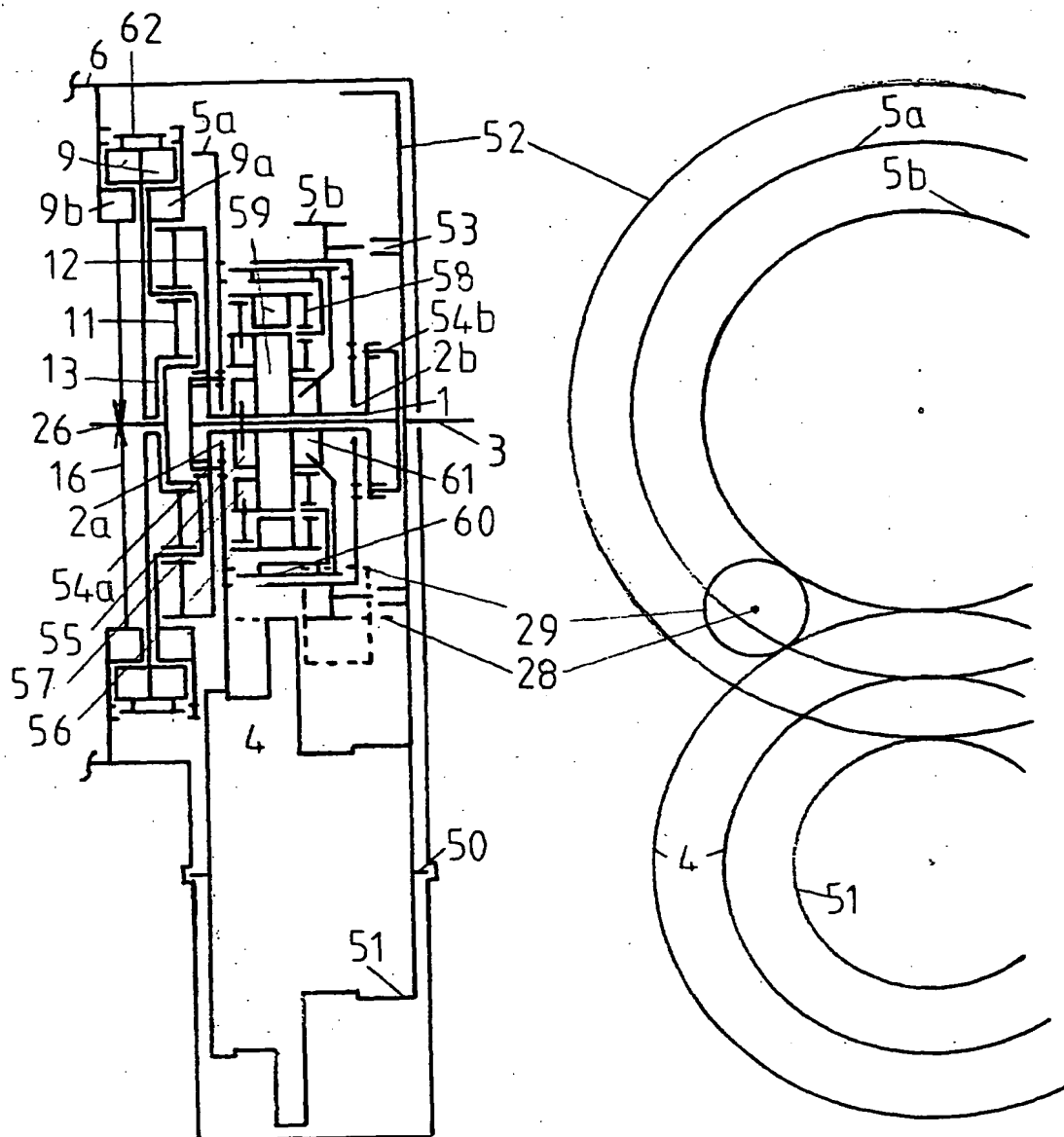


Figur 4

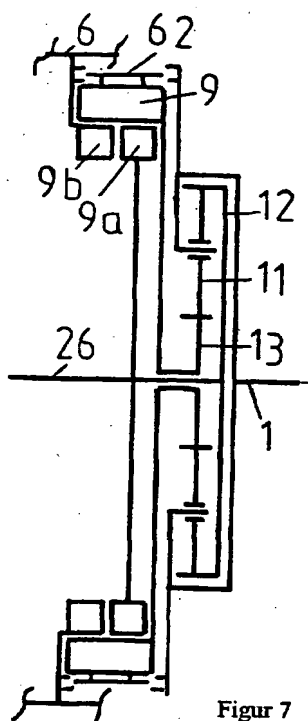




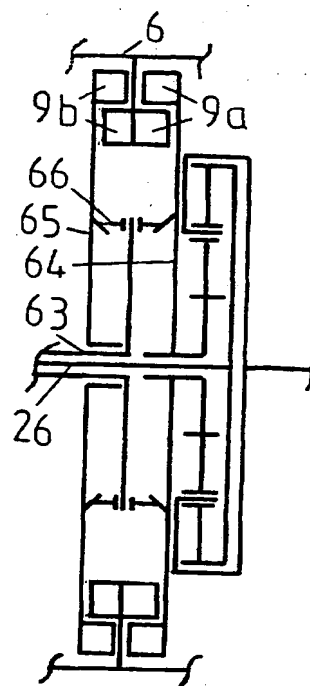
Figur 5



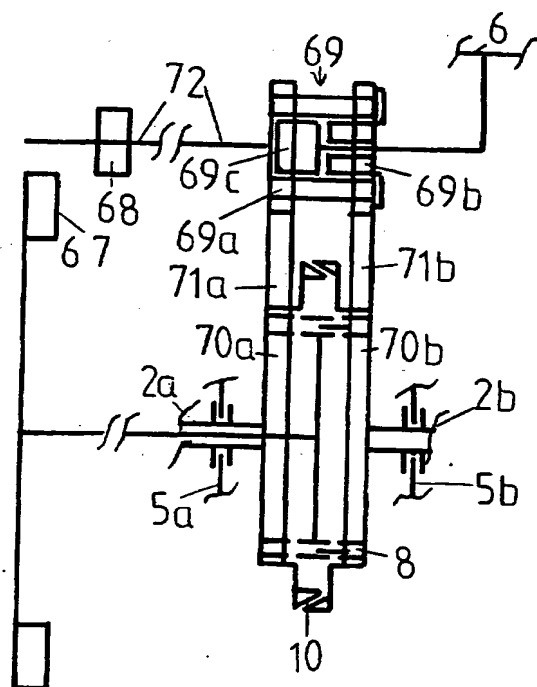
Figur 6



Figur 7



Figur 8



Figur 9